iOS 的键盘「自动改正」功能是如何工作的 | 科普

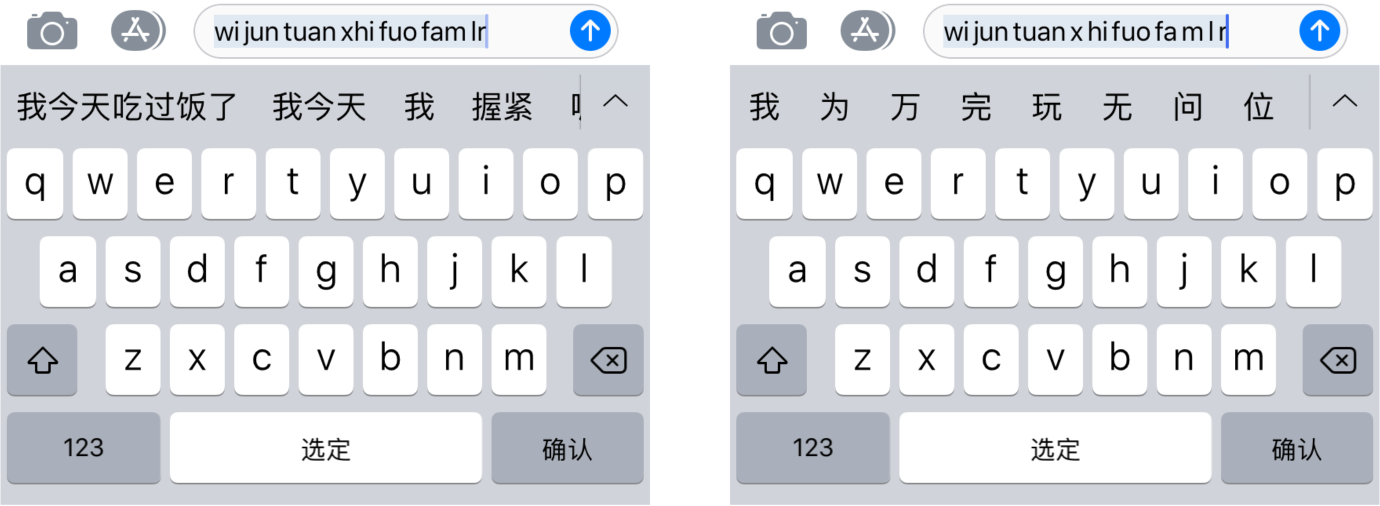
子不语Rex　2018年12月13日

2007 年，当乔布斯发布首款 iPhone 前，先奚落了一众拥有实体键盘的手机。在他看来，实体键盘不仅侵占了软件和内容的展示空间，并且由于实体按钮的存在，导致软件的操作和功能不得不迁就于键盘，阻碍了创新。

他干掉了实体键盘，然而，**虚拟键盘必须面临的问题是：它要如何在输入体验上，与实体键盘持平甚至超越?**

乔布斯在演示初代 iPhone 时，还是单指神功，一根手指在小心翼翼地敲击着虚拟键盘。十多年过去了，我们击打虚拟键盘已经如此飞快，这不仅仅归功于我们的肌肉记忆，还要感谢 iOS 键盘的「**自动改正**」功能。

在今天，你可能已经习惯了键盘的「自动改正」功能，以至于即使你输入了「wi jun tuan xhi fuo fam lr」了，它也能正确地猜测你的意图，是要输入「我今天吃过饭了」。整个过程中，你可能根本不知道自己打错了拼音。不过，如果你试着前往「设置 - 通用 - 键盘」中关闭「自动改正」，输入法就只会如实地按你输入的内容来打字，丝毫不进行任何的猜测与更正。



wi jun tuan xhi fuo fam lr

wi jun tuan x hi fuo fa m l r

我今天吃过饭了
我今天
我
握紧
我
为
万
完
玩
无
问
位
q w e r t y u i o p
a s d f g h j k l
z x c v b n m
123
选定
确认

开启「自动改正」功能

关闭「自动改正」功能

开启与关闭「自动更正」功能

然而，「自动改正」有时候也会让人又爱又恨，尤其是对于英文输入法来说，它偶尔的失误，可能只会把你的一个错误「改正」成另一个「错误」，甚至有时候会把你原来正确的内容「改正」成错的。例如，给妈妈发短信时，如果你一不小心输成了「Mimmy」，就有可能被改正成「Mummy（木乃伊）」，而不是「Mommy（妈妈）」。国外一度有许多站点专门来分享这些「自动改正」出错时的情况，例如 autocorrectfail、damnyouautocorrect，不过大多都已关闭或停更。

对于这个我们已经习以为常的功能，我们就来看看，它到底是如何工作的?

自动改正的实现依赖于这两项技术

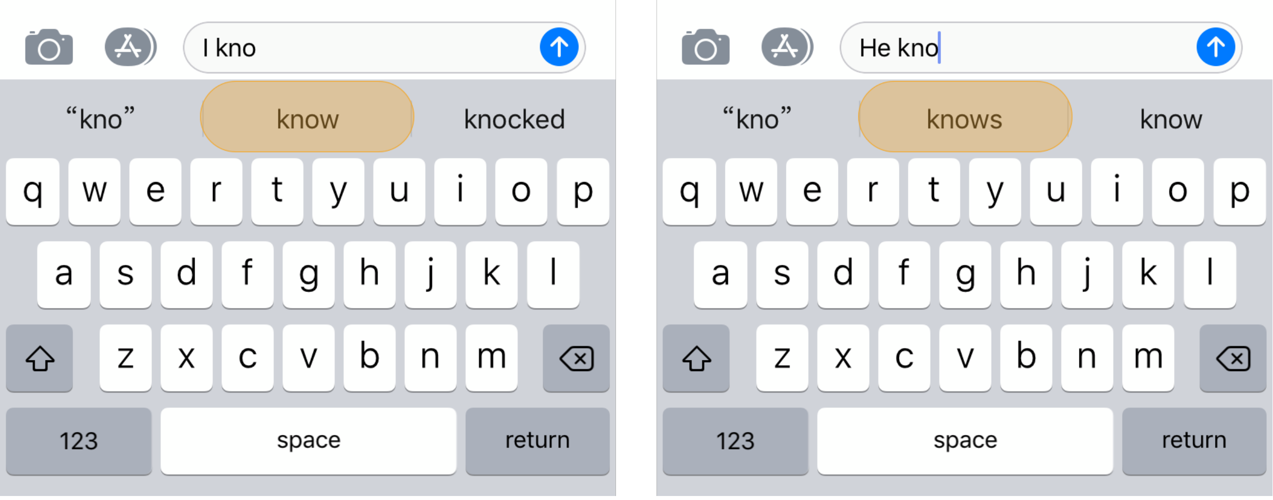
iOS 系统键盘的自动改正功能，主要依赖于以下两项技术。

1. 对输入文本的修正

畅销书《Creative Selection》作者 Ken Kocienda 参与了 iOS 自动改正功能的开发，据他透露，早在 2005 年，他们就已经在内部开发当时代号还是 Purple 的 iPhone 键盘自动改正功能，最早版本的功能实现主要是基于三方面的：哪些词我们输入得最多，词与词之间的关联关系，以及在触屏上最容易输错的字符。

事实上，「自动改正」功能并不是一件新鲜事，早在功能机时代就已经是一项标配了。它的基本原理，就是基于用户输入的内容，比照词典库进行修正，而这个词典库，一方面来自于系统级的标准库，另一方面则来自于用户不断输入过程中的自定义词典库。而这个比照的过程，又可以分为**拼写检查**和**词频**：

- **拼写检查很容易理解，你的输入如果不是一个标准存在的词汇，在假定你是输错的情况下，一定会有一个最相似的存在。**如果输入拼音 fan 时不小心错打成了 fam，很显然，fam 不是一个拼音，而考虑到 m 和 n 键位的靠近，最相近的拼音显然则是 fan，这时候系统就会猜测你实际想输入的 fan。而在英文输入法中，拼写检查结合「输入预测」功能，还可以进一步考虑语法，例如，在输入「I kno」的情况下，系统会补全 know，而换成「He kno」，系统的补全也会变成 knows。



考虑到语法的拼写检查

- **词频用来预测用户更可能想输入什么。**例如在英文输入法中，同样是键入 china 这几个字母，键盘会尝试自动更正成 China（中国），毕竟 China 是比 china（瓷器）更常用到的词汇。而在中文输入法中，词频则决定了拼音候选词的排序，一般来说，词频超高的选项，会排在越前面。例如，同样是 jueding，「决定」的词频高于「绝顶」。

2. 动态预测你的下一个点击区域

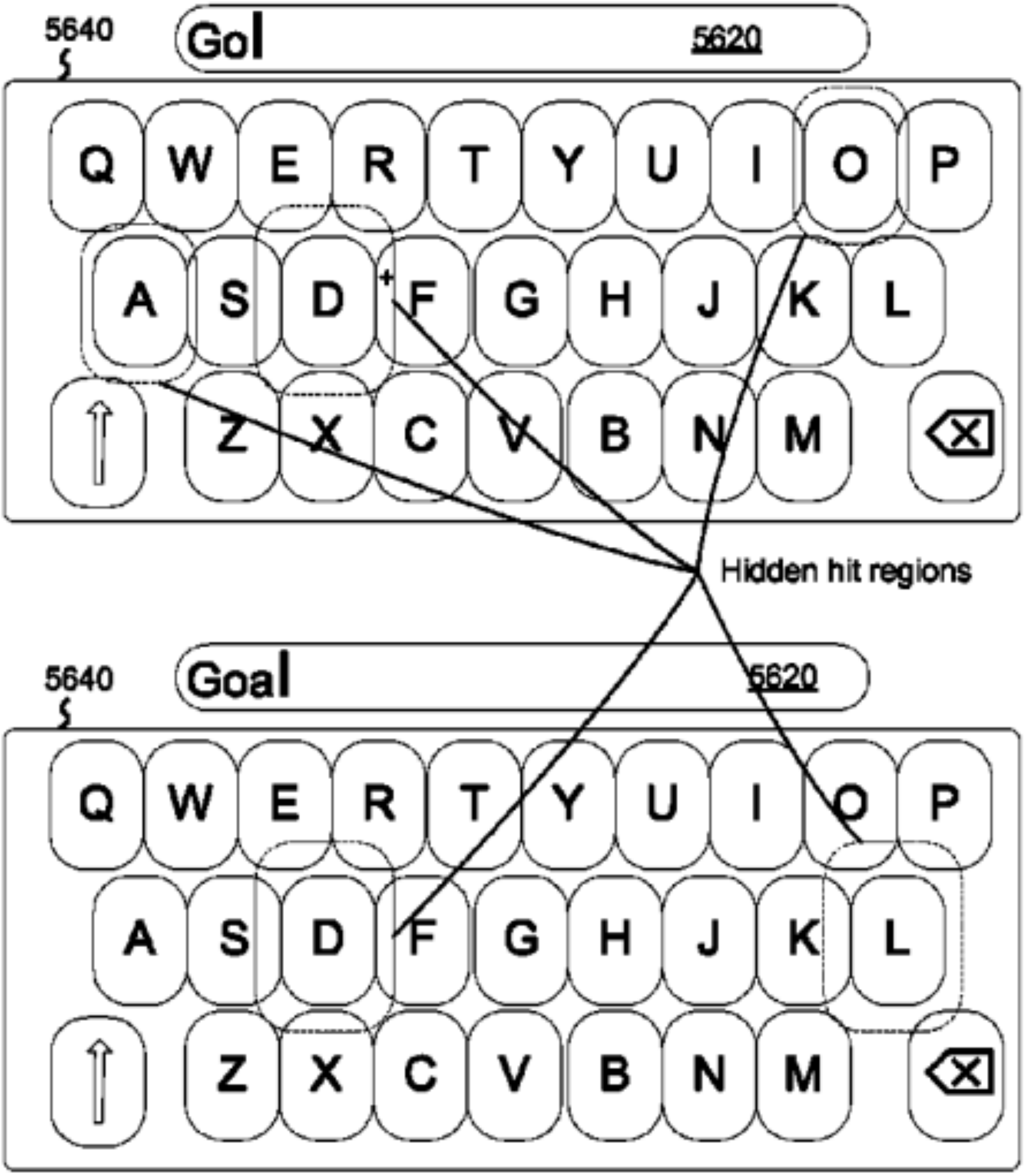
不过，iOS 的自动改正功能还想更进一步：**与其等到你犯错再纠正，不如从源头上就减少你犯错（输入错误）的机会。**

在功能机时代，手机只有实体键盘的时候，我们按下哪个字母，这件事是确定的。然而，来到触屏时代，虚拟键盘替代了实体按键，这个按下的操作，软件有了更多控制的空间。在 2008 年 6 月 30 日，苹果递交申请了一项编号为 8,232,973 的专利，这个专利的作用是：**通过预测用户下一步可能会输入什么字符，来动态地放大该字符的可点击区**

域。

以专利附加的说明图为例，当用户键入「Go」两个字符时，系统会动态地放大 O、A、D 这三个字符的可点击区域。注意，这里动态放大的是可点击区域，用户肉眼可见的键盘本身是没有变化的。

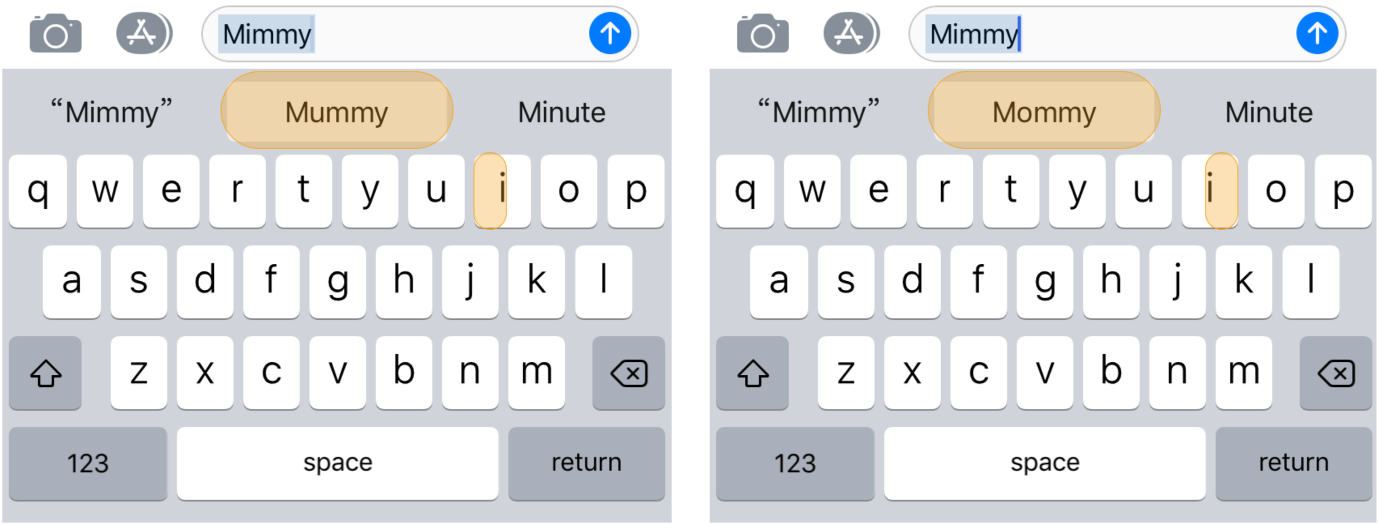
如果你观察细致的话，你会发现，D 的可点击区域相比 O 和 A 更大，甚至侵占到了上下左右的键位区。这个可点击区域的放大比例，是与词频相关的，如果系统的字典库认为「God」比「Good」等词的输入可能性更大，D 的动态可点击区域也就会越大。而如果用户进一步输入了「Goa」，那么系统会动态地切换被放大的键位区到 D 和 L。


5640
Gol
5620
Q W E R T Y U I O P
A S D F G H J K L
Z X C V B N M
Hidden hit regions
5640
Goal
5620
Q W E R T Y U I O P
A S D F G H J K L
Z X C V B N M

专利附加的说明图

更有意思的是，根据我的试验，如今的 iOS 系统键盘，即使可点击区域被动态放大后用户依然按错了键位，但这个点击区域仍然会作为拼写检查的一项参考因素。什么意思呢？回到文初说的输入「Mimmy」的情境，iOS 给出的自动改正建议究竟是「Mummy（木乃伊）」还是「Mommy（妈

妈）」，与你点击 I 键位的位置息息相关。如果你点击 I 键位的靠左侧区域（更靠近 U），则自动改正建议会是「Mummy」；而如果靠右侧（更靠近 O），自动改正建议则会是「Mommy」。


Mimmy
"Mimmy"
Mummy
Minute
q w e r t y u i o p
a s d f g h j k l
z x c v b n m
123
space
return
Mimmy
"Mimmy"
Mommy
Minute
q w e r t y u i o p
a s d f g h j k l
z x c v b n m
123
space
return

点击区域靠 i 左侧　**点击区域靠 i 右侧**

根据点击区域判断

机器学习让自动改正变得更好了吗?

近年来，无论是苹果还是 Google，都在利用机器学习技术，试图让自动改正变得更好用，更少犯错。

你可能会问，为什么自动改正功能需要机器学习？

词典的困境：从基于规则到基于语境

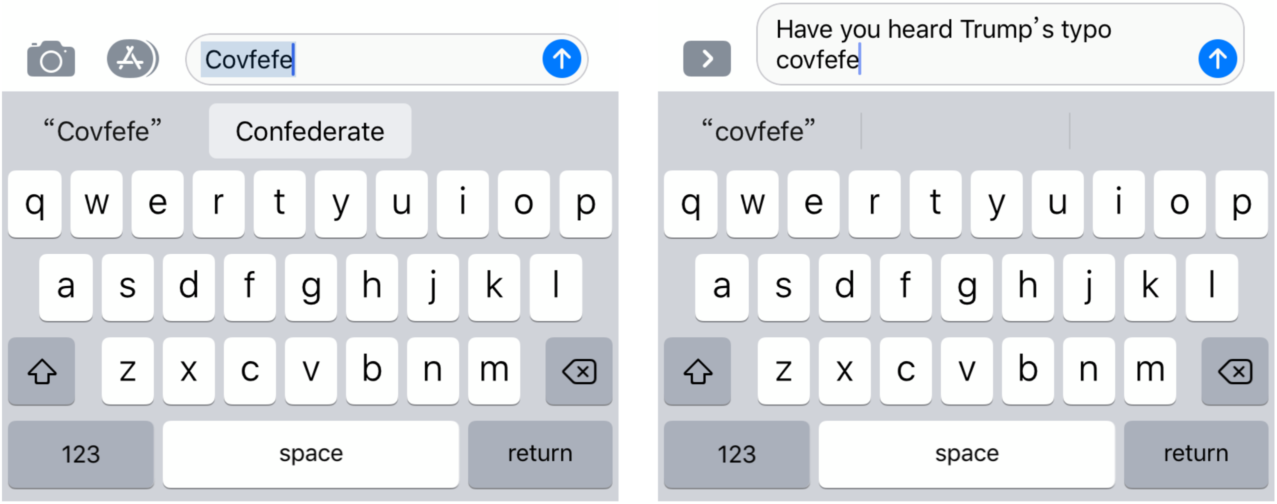
前文提到了，自动改正功能，其实非常依赖于系统的词典库。专注于人工智能解决方案的 Nuance 公司的副总裁 Scott Taylor 也在一次采访中提到，自动改正功能的核心，是解决

两个问题：首先，是构建一个正确的词典库；第二，则是建立一个「语言模型（language model）」，让系统可以知道在不同情境下该如何更正用户的输入。

然而，传统模式的词典库是死的，是基于规则的。按照语法规则，自动改正功能可以轻易地区分出「I know」和「He knows」，然而，在面对如下问题时，它就束手无策了：

- **如果用户的拼写没问题，但表意显然有问题：**有人在网上分享过这个一个尴尬的案例。朋友用 iMessage 问她出门了吗？她回复「Checking my vag」。虽然她想回复的是「Checking my bag」，而 vag 在口语中常被用作 vagina（阴道）的简述。这时候，自动改正功能并没有发挥任何作用。

- **如果用户就是要输入错误的词：**Trump 在 Twitter 上曾误输入过一个莫名其妙的词汇 covfefe，引得了不少媒体的关注。当你想和朋友讨论这个事情时，iOS 会试图自动将你的 covfefe 更正为 confederate。不过有意思的是，这个自动改正仅在句首时会触发，如果在句中则不会给出任何结果。这样一来，如果我在前面加上「Have you heard Trump’s typo」，好像倒显得 iOS 理解你想表达的意思了一样。当然实际上并没有，根据我的试验结果，只要 covfefe 不出现在句首，iOS 都不会给出改正建议。



Covfefe

“Covfefe”
Confederate
q w e r t y u i o p
a s d f g h j k l
z x c v b n m
123
space
return

Have you heard Trump’s typo covfefe

“covfefe”
q w e r t y u i o p
a s d f g h j k l
z x c v b n m
123
space
return

句首时会触发自动改正

假装 iOS 理解了你的意思...

「covfefe」放在句首和句中不同的效果

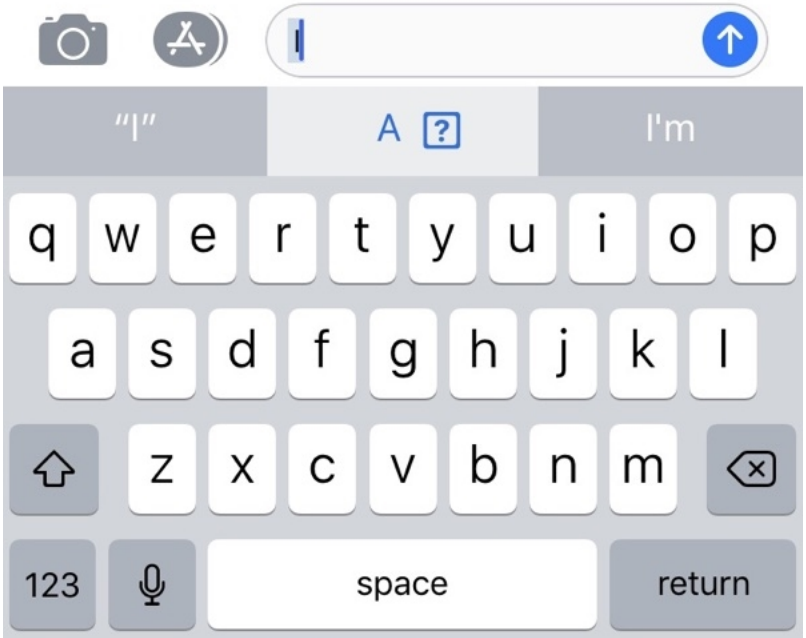
是我们对「自动改正」功能寄望过高吗？从上面这几个例子可以看出来，理想中的「自动改正」，不仅仅是改正拼写错误，而是基于语境给出最合适的建议。要做到这一点，显然不可能依靠死板的规则来穷尽所有的可能性，而需要机器学习的介入，让系统能够根据输入的内容、前后文语境，甚至对话人的不同，而自动改正。

显然，我们离这一步还很远，早期开发了 iOS 自动改正功能的 Ken Kocienda 也说：即使如今有人工智能和机器学习技术的加持，核心的问题依然无解 —— **软件不懂得人类表达的细微差别。**

机器学习带来的 Bug

我们也许得承认，机器学习对于自动改正的进步是一个需要时间的渐进式过程。然而，在这个过程中，许多人感受最真切的，反而是其带来的 Bug。

在去年年末，iOS 11.1 系统接连曝出了自动改正的数个问题，影响了许多人的正常使用：许多人的键盘会将 it 自动改正为 I.T，is 自动改正为 I.S。最严重的是当想输入 I 时，iOS 会给出一个奇怪的自动改正选项：A，加上一个问号符。


"I"
A ?
I'm
q w e r t y u i o p
a s d f g h j k l
z x c v b n m
123
space
return

iOS 11.1 的一个输入 bug

据 John Gruber 了解到的情况，产生这个问题的原因，正是因为自动改正功能的机器学习算法出现了问题。而这一问题，直到苹果发布了 iOS 11.1.1 系统更新才算彻底解决。在那之前，苹果不得不给出临时方案，让用户去系统设置中，创建一个 I 的文本替换，引发了一片吐槽。

可见，用户对这类基础功能的期望，并不一定像厂商想得那样，需要这么智能。至少，在变得足够聪明之前，不要犯这么愚蠢的错误。

自动改正不工作的时候：不一定是技术问题

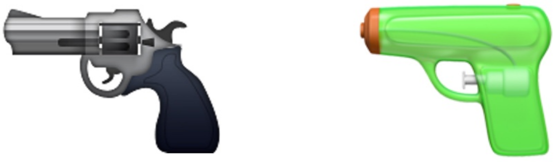
说到犯错，你会发现有的时候 iOS 的自动改正功能甚至完全不工作，特别是对于英文输入法而言。不相信，你试试输入「ficking」或者「mastirbate」，iOS 并不会帮你自动改正到「fucking」或者「masturbate」。（注：这两个词皆为不雅词汇。）

没错，对于这些所谓的「脏话」、「性相关词汇」，iOS 仿佛不认识它们一样，这些词汇完全不存在于输入法的词典库中。显然，这不是一个技术问题，而是人为的价值选择。

2013 年，Daily Beast 发布了一篇名为《The Apple ‘Kill List’: What Your iPhone Doesn’t Want You to Type》的报道，通过测试 25 万个英语词汇，发现有超过 14,000 个英语单词，苹果不会给出自动改正建议。当然，这些单词中绝大多数都是生活中极少用到的词汇，如 nephrotoxin、sempstress 等。

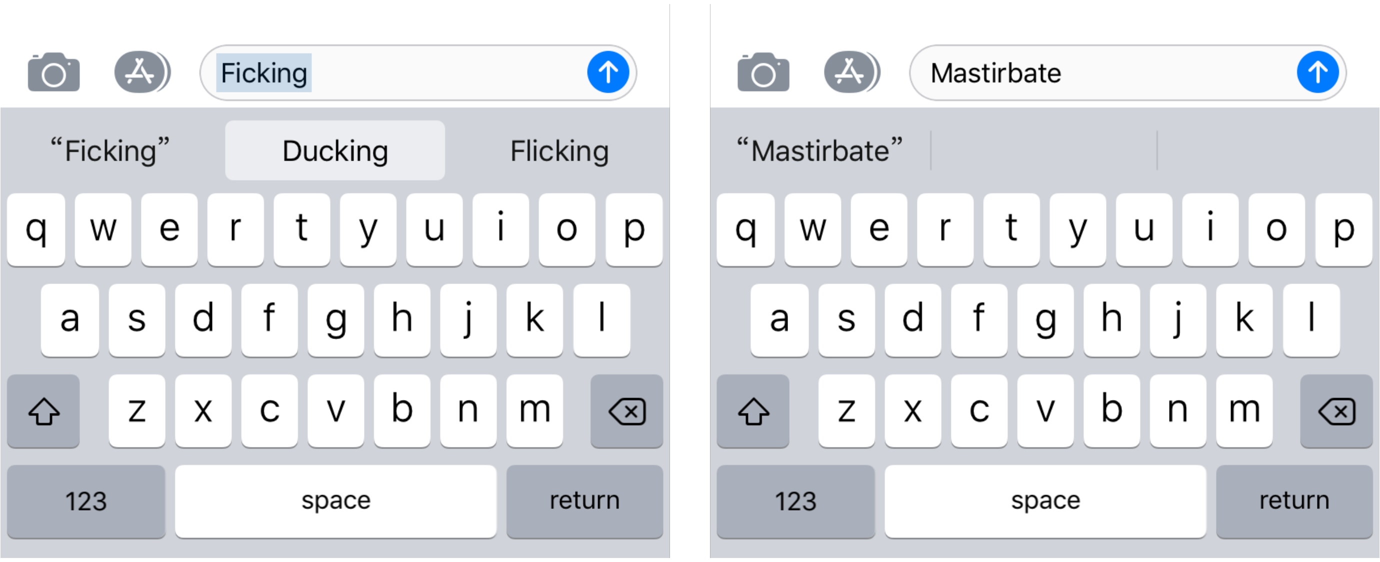
但是，有许多生活中高频使用的词汇也被排除在外，即使在今天，iOS 12 的系统词典库中，依然没有 rape、bullet、arouse、murder 等词汇。不过，这些被苹果删禁的词汇，并不是一尘不变的，在 2013 年被排除在外在 abortion（堕胎），在 iOS 12 中可以被自动改正。

有理由相信，这些刻意的人为选择，都和 Apple 将 emoji 表情中的「枪」替换为「水枪」一样，是因为 Apple 相信这些不单纯是设计或技术问题，而是价值取向的判断。



Apple 将 emoji 表情中的「枪」替换为「水枪」（图：Emojipedia）

不过，有意思的是，在中文输入法中，很多这类的词汇并没有从拼音候选词中被删除。也可能，是因为我曾输入过这些词汇，所以被记录在了我的用户自定义词典上？你也可以试试。


Ficking
“Ficking”
Ducking
Flicking
Mastirbate
“Mastirbate”
space
return
123

输入不雅词汇不会被自动更正

结语

这就是 iOS 自动改正功能的现状：一方面，苹果在尝试为其加入更多机器学习的能力，使之变得更好用，尽管也闹出了不少问题和 Bug；另一方面，苹果也在小心维护着一份官方禁止的英文词汇列表，仿佛它们不存在一般。

你的「自动改正」功能，有没有曾让你闹出过什么笑话，或者引发过有趣的故事？欢迎在评论中和我们分享。